

出國報告（出國類別：研究）

AARDO『小規模或農村層次之農產品 加工與加值技術與設備』訓練

服務機關：行政院農業委員會臺南區農業改良場

姓名職稱：林子傑助理研究員

派赴國家：印度

報告日期：101 年 02 月 13 日

出國期間：100 年 11 月 15 日～11 月 30 日

摘要

本報告內容主要闡述，參加亞非農村發展組織（AARDO）於 2011 年 11 月 15 日至 2011 年 11 月 30 日舉辦之『小規模或農村層次之農產品加工與加值技術與設備』訓練的過程與訓練內容。本次訓練共有來自埃及、阿曼、約旦、孟加拉、馬來西亞、敘利亞及我國等七國共八位學員參與，訓練地點在印度中央州(Madhya Pradesh, MP) 首府博帕爾市（Bhopal）的農業工程研究所（Central Institute of Agricultural Engineering, CIAE）。訓練內容囊括印度農村中小型農業機械製造、操作與簡介、永續能源及農業廢棄物資源再利用、豆類豆腐產品加工介紹和農機訓練及測試中心參訪等主題。藉由此次訓練機會了解各國農業現況並與參加學員進行農業經驗交流。

關鍵詞：印度農業、農業機械、農產品加工

目次

摘要.....	1
目次.....	2
目的.....	3
過程.....	3
心得.....	27
建議事項.....	27

目的

參與亞非農村發展組織（AARDO）於 2011 年 11 月 15 日至 2011 年 11 月 30 日於印度中央州（Madhya Pradesh, MP）首府博帕爾市（Bhopal）的農業工程研究所（CIAE）舉辦之『小規模或農村層次之農產品加工與加值技術與設備』訓練，訓練內容包括印度農村中小型農業機械製造、操作與簡介、永續能源及農業廢棄物資源再利用、豆類豆腐產品加工介紹和農機訓練及測試中心參訪等主題。藉由此次訓練機會了解各國農業現況並與埃及、阿曼、約旦、孟加拉、馬來西亞、敘利亞等其他國家學員進行農業經驗交流，借鏡他國農業發展經驗提供我國農業政策參考，並開闊自己的眼界，瞭解世界各國脈動。

過程

亞非農村發展組織（AARDO）舉辦之『小規模或農村層次之農產品加工與加值技術與設備』訓練於印度博帕爾市（Bhopal）的農業工程研究所（Central Institute of Agricultural Engineering, CIAE）舉行，如圖 1，共有來自埃及、阿曼、約旦、孟加拉、馬來西亞、敘利亞及我國等七國共八位學員參與，如圖 2，詳細訓練課程名稱及講師安排如表 1 所示，內容包括印度農村中小型農業機械製造、操作與簡介、永續能源及農業廢棄物資源再利用、豆類豆腐產品加工介紹和農機訓練及測試中心參訪等主題。



圖 1 訓練舉辦地點印度農業工程研究所(CIAE)



圖 2 參加訓練學員與印度農業工程研究所課程講師合照

表 1 『小規模或農村層次之農產品加工與增值技術與設備』訓練課程

Programme	Speaker / Trainer
Registration	Sh.RKB Sharma Sh.LK Soni
Inauguration of the training	Director, CIAE& PC Bargale
Pre-course evaluation & training needs of candidates educational film show	Dr. PC Bargale Er. Sunil Kumar
Entrepreneurship development for promotion of Agril. Engg. Technologies	Dr. RT Patil
Visit to Divisions/ Centres/ Laboratories /facilities of CIAE	Er. PP Ambalkar Er Sunil kumar
Processing and application of natural raisins and gums for small scale entrepreneurship development.	Dr. SK Giri
Cleaning, grading of cereals for pulses and design parameters for cleaner graders.	Dr. Nachiket Kotwaliwale
Visit to agro-processing centre, flour mill, dal mill, grain flour separator, cleaner grader etc.	Dr. S.P. Singh
Engineering properties & quality evaluation of foods	Dr. Nachiket Kotwaliwale
Manufacturing technology of simple processing equipment	Dr. A.C. Saxena
Computer Aided Design (CAD) for agricultural machinery- theory and practice	Er.BK Garg
Improved agricultural tools, implements & equipment for increasing productivity	Er.Anurag K. Dubey
Technologies for processing of fruits, vegetable & legume for value addition.	Dr.RT Patil
Practical on properties & quality evaluation of foods, physical & mechanical properties of fruits & vegetables.	Dr. SP Singh
Local educational tour	Er. Sunil Kumar
Presentations by the participants on their respective country mechanization status	DR. Pitam Chandra, Director
Soy processing for production of sprouted soy flour, soy butter and nutritional foods	Dr Dipika M.Agrahar
Biomass briquetting and gasifier based power plant	Er. Anil K. Dubey
Covered cultivation technology for entrepreneurs	Dr. Pitam Chandra
Preparation of soy snacks and soy dairy analogues from soybean	Dr LK Sinha

Technology on charring, briquetting and improved cook stove-theory & practical	Er. B.P. Nema
Industry visit	Dr. SP Singh
Soy processing technologies for nutritional security and entrepreneurship.	Dr. Sd Kulkarni
Entrepreneurship development on processing and value addition equipment	Er. U.R. Badegonkar
Practical on preparation of soy-milk, paneer and extruder products and quality evaluation.	Dr. L. K. Sinha
Recent advances in post harvest technology, research and development.	Dr. SD Kulkarni
Food safety and standards	Dr Punit Chandra
Human engineering and safety in agriculture	Dr.LP Gite Er R. R. Potdar
Soy oil processing for production of edible grade medium fat soy oil	Dr. PC Bargale
Microbiological quality evaluation of foods	Dr Mk Tripathi
Feed processing pilot plant for production of cattle, poultry and fish feed –theory & practices	Er. P.P. Ambalkar
Field Visit to local mandi, dal mill and manufacturers and Mana Plant.	Dr SP Singh
Technology transfer and commercialization of agricultural machines	Er. PP Ambalkar
Modified atmosphere packaging of fruits and vegetable for enhanced shelf life	Dr. Ranjit Singh
Dal milling technology and establishment of pilot plant	Dr. S.P. Singh
Solar dryer for horticultural crops and silk cocoon	Dr PL Singh
Success stories of CIAE Technologies	Dr. S.S Mandvikar
Course evaluation, feed back and Group discussion and Concluding Session and departure	Chairman: Director TTD Scientists

印度農業工程研究所（CIAE）建立於 1976 年，本機構目標為帶領印度農業設備機械化並進行保護土壤、水源、有效率的灌溉及排水相關設備和收割後農業廢棄物資源利用等研究、訓練、生產模式建立等工作。機構中心位於印度中央州（Madhya Pradesh, MP）的首府博帕爾市（Bhopal），如圖 3，為印度重要的農業研究機構。

印度農業工程研究所（CIAE）為架構於印度政府下的農業研究機構，主要可分為農業機械化、灌溉及排水工程、農業能源及動力、農產品加工、技術轉移等五個部門和農田科技、產業推廣等兩個中心。其他如農田手工設備及機械化、動物能源利用、可再生能源、農業人因及安全工程研究部門、CAD 電腦輔助設計中心、國際訓練中心、農業機械生產工廠等等，詳細組織架構如圖 4 所示。並將訓練課程依 1. 印度農村中小型農業機械製造、操作與簡介 2. 永續能源及農業廢棄物資源再利用 3. 豆類豆腐產品加工介紹 4. 農機訓練及測試中心參訪等主題分述於後。

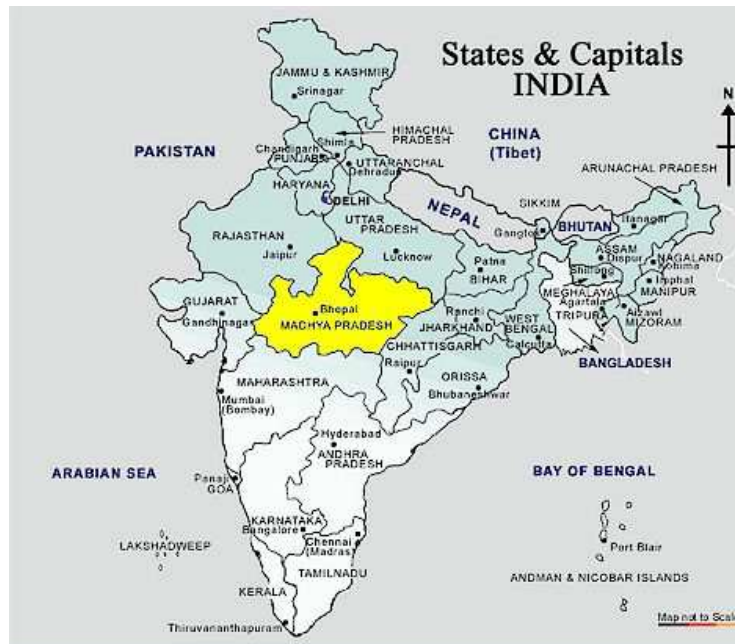


圖 3 印度中央州博帕爾市 (Bhopal) 位置圖

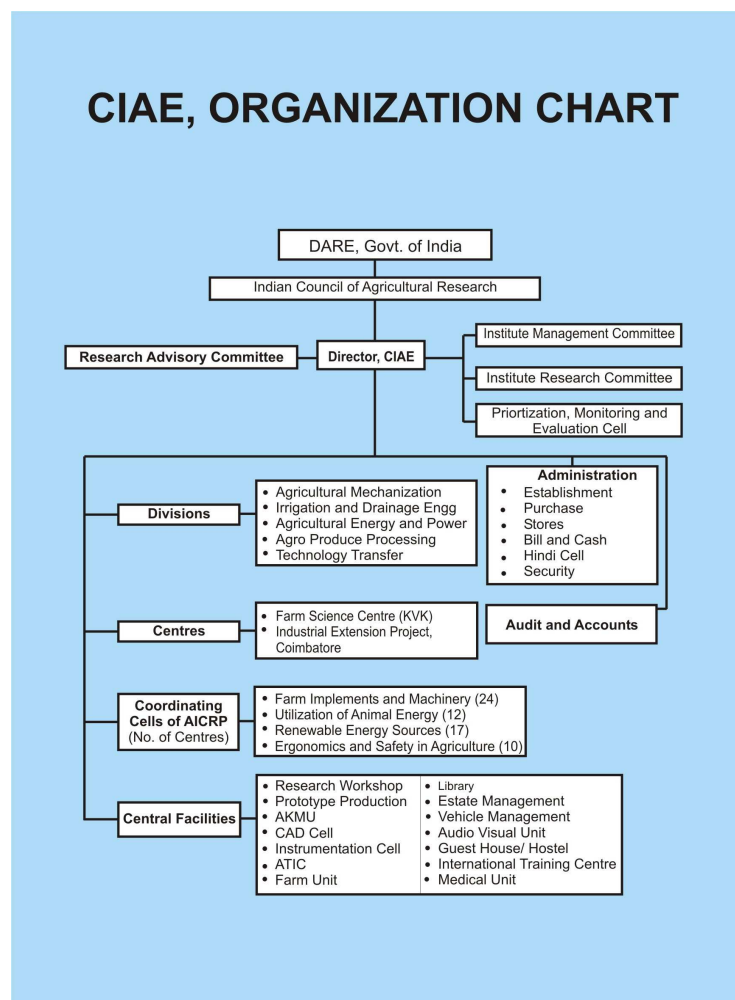


圖 4 印度農業工程研究所詳細組織架構

1. 印度農村中小型農業機械製造、操作與簡介

由於印度擁有數億的勞動人口，勞力來源並不匱乏，所以農業機械的製造及開發，並不強調昂貴的全自動化機械，而著重於輔助性質的手工機械及半自動機械開發，以幫助農村勞動人口投入農業生產，增加產量。印度農業工程研究所（CIAE）也基於此原則，大量投入農村中小型農業機械研究，開發適合印度當地農業生產使用的手工具及半自動機械，以協助印度農村勞力投入農業生產。而研究所本身除學術研究外，也附設 CAD 電腦輔助設計中心及農業機械生產工廠。各研究單位開發出來的農業機械構思，經由 CAD 電腦輔助設計中心電腦模擬結構、強度測試、3D 繪製外觀設計，如圖 5，然後出圖至農業機械生產工廠製作原型機，如圖 6，原型機再經重複功能、田間測試，最後實際量產農業機械販賣，推廣農民使用。由圖 7 可知，印度農業工程研究所農業機械原型機銷售量由 2000 年的 1604 台成長至 2010 年的 4658 台，銷售額也由 2000 年的 1,036,445 Rs. 成長至 2010 年的 10,707,061 Rs.，大約成長十倍。



圖 5 電腦製圖輔助農業機械設計



圖 6 印度農業工程研究所農機生產工廠原型機製作



圖 7 印度農業工程研究所生產機械銷售量及產值

茲將印度農業工程研究所生產之農業機具及農業機械簡要介紹：

(1)馬鈴薯去皮機：馬鈴薯為印度常見糧食作物，通常製做薯片食用。製成薯片前須將馬鈴薯去皮，以利用後續加工。本去皮機利用手轉動滾筒，利用桶緣狀突起孔與馬鈴薯摩擦，以去除馬鈴薯外皮，如圖 8，並為省力而發展出腳踏車式馬鈴薯去皮機，如圖 9。

(2)馬鈴薯削片機：經去皮的馬鈴薯塊置於塑膠圓管中，上覆下壓彈簧套統，手轉動套統，使馬鈴薯塊與下方刀片接觸而進行削片，如圖 10。

(3)手工玉米脫粒器：脫粒器管內側做有突起之塑膠刻槽，利用人工將玉米穗軸置入管中並旋轉，可輕易脫下玉米粒，如圖 11。



圖 8 馬鈴薯去皮機



圖 9 腳踏車式馬鈴薯去皮機



圖 10 馬鈴薯削片機



圖 11 手工玉米脫粒器

(4)花生脫殼機：將未剝殼之花生莢置於脫殼機中，手搖動上方搖桿，則下方隔板可將花生殼擠開，脫出花生仁，落下篩網，如圖 12。此機器為印度農村婦女重要的家庭農業操作器具，美國總統歐巴馬亦親自參觀過，如圖 13。



圖 12 花生脫殼機



圖 13 美國總統歐巴馬親自參觀印度婦女家庭農業操作狀況

(5)手推式中耕鋤草機：由人力推動，下方有鋤草刀具及輔助輪，中耕鋤草時，輔助輪行走於畦溝中央，以除去雜草，如圖 14。



圖 14 手推式中耕鋤草機

(6)果品選別機：由馬達及皮帶輪帶動，利用皮帶不同間隙寬度篩選出不同粒徑大小的水果，如圖 15。



圖 15 果品選別機

(7)各式農業機械犁具：印度農業機械工程研究所為符合印度當地農耕所需，開發了各式各樣的農業機械附掛犁具，如圖 16、17、18 所示。



圖 16 印度農業機械工程研究所開發之農業機械附掛犁具(一)



圖 17 印度農業機械工程研究所開發之農業機械附掛犁具(二)



圖 18 印度農業機械工程研究所開發之農業機械附掛犁具(三)

2. 永續能源及農業廢棄物資源再利用

印度國土遼闊，農業種植面積極廣，蘊含許多可再生能源及農業廢棄物可供利用；同時由於許多鄉村地區地處偏遠，電力供給及汽油、天然氣等能源取得並不容易，因此煮熟食物、冬天取暖溫度加熱等工作，主要依然仰仗燃燒竹子、木材等方式。然而傳統燃燒材火加熱方式，熱燃燒效率很低，煮熟食物或生火取暖往往費時耗工。因此隨時容易取得、方便加熱升火、燃燒效率高等能源或熱取得方法，是改善農村生活的重要課題，亦是印度農業工程研究所的重要研究方向之一。基於此目的，熱燃燒爐發電應用、太陽能農業應用、厭氧發酵甲烷燃燒生電、高熱值煤炭土餅製作、高熱值原子碳棒生產及各式防熱散逸燃燒爐設計，成為主要研究方向。

(1)熱燃燒爐發電應用：由於國土廣闊的印度鄉下輸電線路及電力供給仍不普遍，但可燃燒的農業資材卻相對容易取得，本研究利用燃燒爐加熱產生蒸氣，推動渦輪發電，進行不同廢棄農業資材燃燒發電效率的評估，如圖 19、20、21。



圖 19 燃燒爐



圖 20 燃燒爐發電試驗



圖 21 電表顯示發電量

(2)太陽能農業應用：由於印度中部地區為高原地形，土地平坦遼闊且北回歸線橫貫通過，太陽能供應不虞匱乏，因此太陽能光電系統是未來重要供電來源。農業工程研究所位置所在的印度中央州緯度與台灣相仿，太陽能光電板傾斜角約 21~22 度左右，如圖 22。

另外印度農業工程研究所應用太陽能的農業研究還有太陽能輔助加熱乾燥機，如圖 23。利用黑色板加強吸收太陽光，流經其上的水被加熱後由管路引入加熱乾燥機中，如圖 24，利用熱水管溫輔助加熱空氣烘乾農作物，如圖 25。



圖 22 太陽能光電板



圖 23 太陽能輔助加熱乾燥機



圖 24 太陽光吸收加熱板



圖 25 烘乾葉狀況

(3)厭氧醱酵甲烷燃燒生電：將豬牛糞等畜禽廢棄物置於圖 26 中所示的水泥石臼中，石臼中有一小孔與黑色厭氧醱酵槽相通，禽畜糞污水流入黑色厭氧醱酵槽厭氧醱酵產生甲烷，然後利用甲烷燃燒發電。



圖 26 厭氧醱酵產製甲烷

(4)高熱值煤炭土餅製作：利用煤炭土、木屑等混雜攪拌均勻，再整形成適合燃燒的圓柱狀，如圖 27、28。



圖 27 整形成適合燃燒的圓柱狀



圖 28 圓柱狀高熱值煤炭土餅

(5)高熱值原子碳棒生產：利用建材傢俱加工廢棄的木屑，經加溫擠壓，再整形成適合燃燒的圓柱狀，如圖 29、30、31。



圖 29 原子碳棒生產原料



圖 30 原子碳棒生產



圖 31 原子碳棒整形

(6)各式防熱散逸燃燒爐設計：各式防熱散逸的燃燒爐形式如圖 32，爐子設計內外層隔離，使內爐集中溫度燃燒、減少熱散逸，外爐也可減少熱度，避免燙傷人，如圖 33 所示。



圖 32 各式防熱散逸燃燒爐



圖 33 防熱散逸燃燒爐燃燒狀況

3. 豆類豆腐產品加工介紹

中國黃豆食品的應用很廣，不管是直接食用、磨成豆漿、凝結成豆花、製成麵粉等食用方式皆有悠久的歷史；而印度因宗教信仰因素，印度教不吃牛肉、回教不吃豬肉，豆類為印度人主要的蛋白質來源，黃豆更是最重要的豆類產品。圖 34 為黃豆產品的樹狀圖，圖上列出印度各式主要黃豆加工製品。由於印度各種黃豆製品需求殷切，加巴迪(Chapati，印度當地主食，為一種圓形黃豆麵皮，如圖 35)、豆腐、豆漿等食品工廠也像雨後春筍般紛紛出現。

中央德干高原為印度主要的黃豆產區，如圖 36 中黃色區域為印度單位面積黃豆生產量最高的地方；而位於中央州的印度農業工程研究所正是位於豆類產區的中心地區，因此豆類相關研究為重要方向，而豆類選別機的研製、豆腐製作流程、豆奶製作推廣都是目前重要訓練課程。

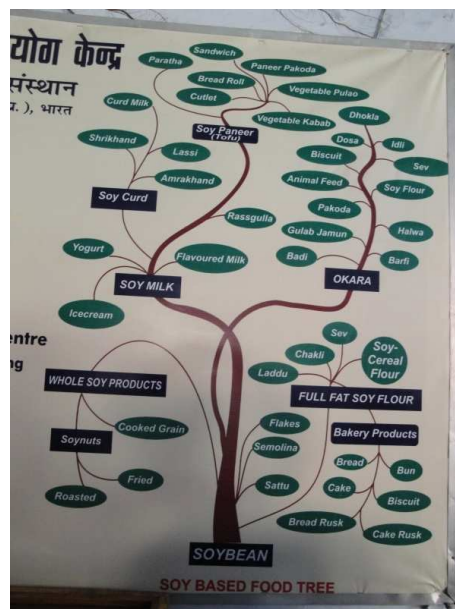


圖 34 黃豆產品的樹狀圖



圖 35 印度主食加巴迪

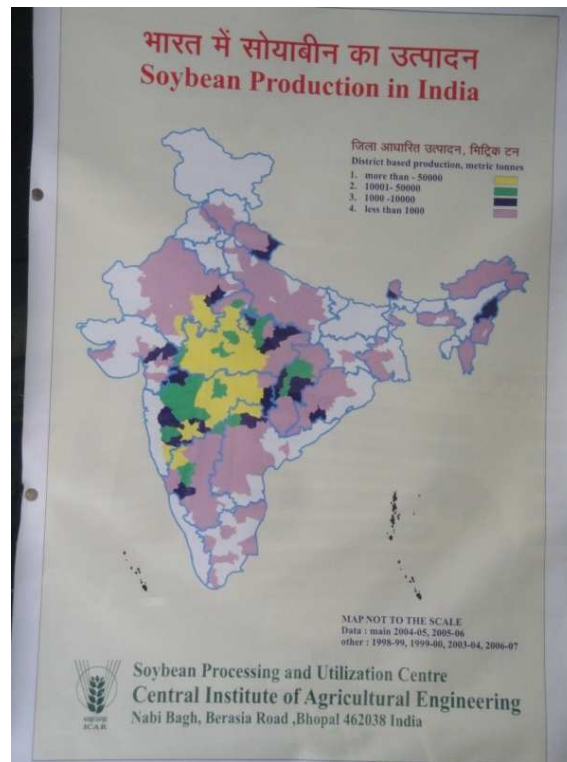


圖 36 印度主要黃豆生產區域

(1)豆類選別機的研製：往復震動篩式豆類選別機，利用往復運動的震動篩網，將比重密度及表面摩差力不同的豆類與小石頭分離開來，如圖 37、38。風選式豆類選別機，利用鼓風機吹氣，將混雜在豆子中的枯枝及殘渣吹走，如圖 39 所示。



圖 37 往復震動篩式豆類選別機



圖 38 篩選出石塊



圖 39 風選式豆類選別機

(2)豆腐加工製作：豆腐是印度近日積極推動的豆製產品，豆腐含有極高蛋白質且價錢便宜，滿足印度中下階層民眾食用所需。製作流程將黃豆倒入磨豆機細碎，並經高壓水蒸氣萃取出粗豆漿，如圖 40、41，煮熟的粗豆漿經紗布過濾，如圖 42，後加入鹵鹽、倒入模具靜置成型為豆腐，如圖 43。

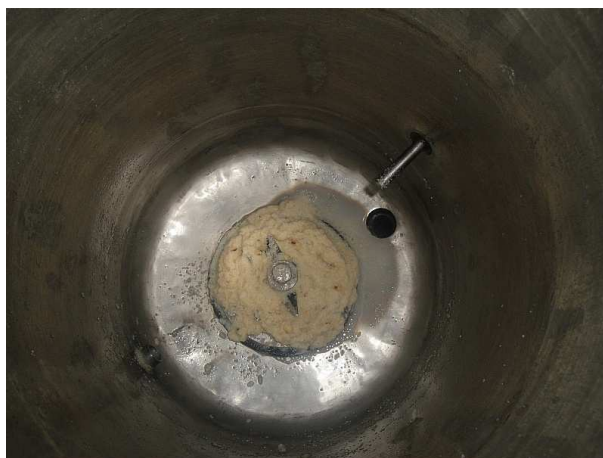


圖 40 磨豆機內部



圖 41 經高壓水蒸氣萃取出之粗豆漿



圖 42 利用紗布過濾粗豆漿



圖 43 置入模具中成型豆腐

4. 農機訓練及測試中心參訪

印度近來隨著經濟的發展，人民的生活改善，農業生產也逐漸的邁向機械化，農民對農業機械及農機操作訓練有極大的需求，國外農業機械廠商也紛紛的看重印度這塊廣大的市場，因而紛紛引進或在地生產各式各樣新型的農業機械。然而，民間懂得農機操作及維修的專業技術人員仍不足；兼且進口或新生產之農業機械的性能如何，需有一專業、公正的性能測定機構。而負責農民訓練及農機性能測定的單位，即是位於印度中央州布第尼市(Budni, M.P.)的農機訓練及測試中心(Central Farm Machinery Training & Testing Institute, CFMT&TI)，如圖 44 所示。本次訓練課程，大會特別安排我們前往該中心參觀，進行一趟印度農業機械導覽之旅。



圖 44 印度農機訓練及測試中心

本中心主要設立處理目標有兩方面，一、農業機械產品的性能檢定，二、農業機械人才培訓。農業機械產品的性能檢定，主要有農機傾斜角及翻覆角測試、曳引機拖拉能力試驗、曳引機煞車性能測試及噪音測試、動力傳出裝置 PTO 馬力測定、引擎扭力曲線、打滑率、各式犁具品質檢定等。此外中心裡面還有許多印度過去農業機械的研究成果，及許多教學模型，可以作為民眾農機操作及機械維修保養訓練基本教材。

(1)農機傾斜角及翻覆角測試：利用天車吊起待測的農業機械，如圖 45 所示，隨著天車吊起農機高度的增加，車輛重力方向與車體法線夾角也增加，待曳引機開始傾斜或翻覆的瞬間，即為曳引機傾斜角或翻覆角。

(2)曳引機拖拉能力試驗：曳引機拖拉能力測定方法如圖 46，利用曳引機拖動一廂型大卡車，卡車上有許多拖拉能力檢定電腦儀表，隨著曳引機開動變化不同檔位，電腦儀表也紀錄下各檔位拖拉能力性能曲線，如圖 47。



圖 45 曳引機傾斜角及翻覆角測試



圖 46 曳引機拖拉能力試驗



圖 47 曳引機拖拉能力檢定電腦儀表

(3)曳引機煞車性能測試：曳引機煞車性能測試如圖 48 所示，將農業機械維持固定時速前進，當前車輪觸及試驗場地所繪之白線時開始煞車，紀錄煞車後滑行的距離。

(4)曳引機噪音測試：發動曳引機，利用分貝計分別在曳引機週遭及車上量測聲量大小，如圖 49，噪音規定週遭數值不得超過 80 分貝，車上則應低於 100 分貝。



圖 48 曳引機煞車性能測試



圖 49 曳引機噪音測試

(5)動力傳出裝置 PTO 馬力測定：檢測方法如圖 50 所示，將曳引機動力傳出裝置 PTO 接於轉速及馬力待測儀器，發動曳引機並將 PTO 設定為 540 rpm、750 rpm 及 1000 rpm 等標準轉速，記錄扭力及馬力大小。



圖 50 動力傳出裝置 PTO 馬力測定

(6)經測試完成的各家廠牌曳引機：目前進口印度的曳引機以 MF、強鹿、新荷蘭等歐美廠牌為主，當地生產則為 SWARAJ、SONALIKA、FARMTRAC 等廠牌，機種上仍以 100 馬力以下的為最多，大部分仍屬無駕駛艙及無空調。圖 51 為經性能測試完成通過的各家廠牌曳引機。



圖 51 經測試完成的各家廠牌曳引機

(7)其他各式待測農業機械：在此中心進行性能檢定的，除曳引機外也包含許多其他機種如乘坐式插秧機、雜糧棉花採收機、噴藥機、高壓撒水機等，如圖 52、53、54、55 所示。



圖 52 乘坐式插秧機



圖 53 雜糧棉花採收機



圖 57 農機訓練及測試中心農機訓練班上課情況

心得

透過本次參加亞非農村發展組織（AARDO）舉辦之『小規模或農村層次之農產品加工與加值技術與設備』訓練的過程與訓練內容，使我有機會與埃及、阿曼、約旦、孟加拉、馬來西亞、敘利亞等其他國家學員進行農業經驗交流，借鏡他國農業發展經驗提供我國農業政策參考，並開闊自己的眼界，瞭解世界各國脈動。

而藉由為期十多天的訓練課程及參訪機會，也更加的了解印度當地農業現況。印度雖然目前農業機械化程度尚不普遍，且當地現有的農業機械機種不算先進，但隨著各國農機廠商重視此一廣大市場，而紛紛引進新型農業機械，相信不久的將來，農業機械化程度必定大為提升。然而印度當前農業機械專業人才，仍略顯不足，因此農業工程研究所（CIAE）及農機訓練及測試中心（CFMT&TI）均透過各式的訓練班積極培育所需的農業機械操作及維修保養人員，並且擴大舉辦與各國的農業交流，以期提昇國內農業整體水準。

面對印度此一廣大的市場，對我國農業機械發展也是很好的機會，印度當地農業機械仍停留在手工農具或簡單機械化階段，台灣廠商如乾燥機、果品選別機、耕耘機在當地都有廣大的潛在市場。惟因為印度農村地區國民所得尚低，農業機械價格不能太高才容易打入當地市場。而且農業機械化的生產體系還未建立、機械維修人員不足、生活及語言隔閡則是廠商進入印度市場所需克服的問題。

建議事項

1. 參加國際交流訓練，可使研究人員開闊視野，並透過與外國學者討論的機會，交流彼此經驗、發現並解決問題，對於其研究工作有很大的幫助，建議研究機構應鼓勵所屬人員多參加此類活動。
2. 印度當地農業機械仍停留在手工農具或簡單機械化階段，農業機械在當地有廣大的潛在市場。惟因印度國民所得尚低，農業機械價格不能太高，且農業

機械化的生產體系還未建立、機械維修人員不足、生活及語言隔閡則是廠商進入印度市場所需克服的問題。

3. 目前印度農業工程研究所的研究主題，集中於改善印度農村生活所需，如豆腐豆類製品的研究、中小型農業機械的開發、農村廢棄物能源再利用等，這些研究台灣亦有很長久的經驗，國內研究單位可與印度方面多交流經驗分享。
4. 印度雖然國土廣闊，但由於土地也是依照父傳子繼承方式，因此土地分割繼承下，面臨和臺灣相同處境，田地面積過小不利機械化大面積耕作。且由於每戶農家都是小農，購置自用機械負擔過重，所以臺灣已發展的農業機械代耕制度，建議可移轉模式至印度推行，應可解決小農戶機械化不足的問題。
5. 鳳梨、木瓜、梨子、蘋果、香蕉等都是印度常見的食用水果，而這些果品，我國國內皆有生產，在盛產期為解決產銷失衡問題，或許印度市場是臺灣未來可以評估出口的国家之一。